

PAT-NO: JP406270006A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 06270006 A

TITLE: WORKING OF ARCUATE ROOT GROOVE OF TURBINE
MOVING BLADE

PUBN-DATE: September 27, 1994

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

HARIMA, AKIHIKO
SUZUKI, KAZUYUKI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

HITACHI LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP05060184

APPL-DATE: March 19, 1993

INT-CL (IPC): B23C003/18

ABSTRACT:

PURPOSE: To maintain the high working precision by successively applying the cutting in four different synthesized directions on the cut finished surface of an arcuate root groove after the rough working, and carrying out the cutting finishing for the arcuate root groove under the small cutting resistance, thus eliminating the cutting vibration.

CONSTITUTION: A cutting tool 3 is installed on a tool rest 4 installed at the top edge part of a swing arm 5, and the cutting tool 3 is allowed to move in reciprocation along an arcuate orbit in close to the circular arc of an arcuate root groove 2 which is to be cutting-finished, in the arcuate root

groove 2 after the rough working at the root part of a turbine moving blade 1.

The cutting tool 3 is formed as a tuft shaped cutting tool which is formed by

installing two cutters 7 and 8 in the opposed angle, having the axis center

line as boundary. In cutting, the cutting finished surface of the arcuate root

groove 2 is divided into four regions, and the cutting-in direction in the

cutting finishing is set to the synthesized direction of the radial direction

of the arc of the arcuate root groove 2 and the axial direction of the turbine

moving blade 1, and each cutting-in direction is made different as shown by the

arrow marks 9-12 in each cutting process.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-270006

(43)公開日 平成6年(1994)9月27日

(51)Int.Cl.⁵

B 2 3 C 3/18

識別記号

庁内整理番号

9326-3C

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平5-60184

(22)出願日 平成5年(1993)3月19日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 張間 昭彦

茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会社日立製作所日立工場内

(72)発明者 鈴木 和志

茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会社日立製作所日立工場内

(74)代理人 弁理士 高橋 明夫 (外1名)

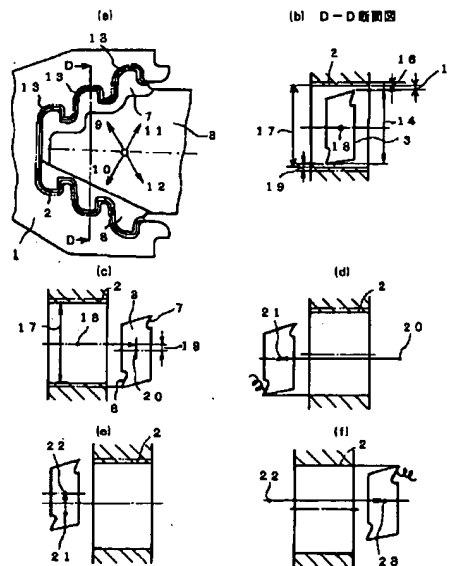
(54)【発明の名称】 タービン動翼円弧根溝加工方法

(57)【要約】

【目的】 タービン動翼の円弧根溝の切削仕上げを高能率かつ高精度に行う。

【構成】 タービン動翼1における粗加工後の円弧根溝2の切削仕上げ表面を4区域に分割し、切削工具3を2度円弧状に往復動させて切削仕上げを行う構成にしてあり、それらの切込み方向は、切削仕上げしようとする円弧根溝の円弧の径方向とタービン動翼1の軸方向との合成方向であり、各切削行程ごとに、左上方向9、左下方向10、右上方向11及び右下方向12と、切込み方向を異にさせている。例えば、被切削部13は、切込み方向が左上方向9であるときの、軸中心線から上部に位置する上部切刃7による切削仕上げ箇所を示している。

図 2



9…左上方向、10…左下方向、11…右上方向、12…右下方向。
13…被切削部、14…工具最大径、15…導入距離、16…仕上げ代。
17…粗加工後根溝、18…工具設定基準位置、19…切込み量。
20…往き行程の開始直前の工具位置、21…往き行程の終了直後の工具位置。
22…戻り行程の開始直前の工具位置、23…戻り行程の終了直後の工具位置。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 タービンディスクの外周溝にタービン動翼の根元部を組み合わせるために、前記タービン動翼の根元部に設ける円弧根溝を切削加工するタービン動翼円弧根溝加工方法において、粗加工後の前記円弧根溝の被切削仕上げ表面を往き行程で切削する切刃と戻り行程で切削する切刃とを互に対角に備えた切削工具を、前記円弧根溝における円弧の軌道上を往復動させることができ、かつ前記円弧の径方向、及び前記タービン動翼の軸方向に位置調節が可能な装置の刃物台に取付け、前記往き行程及び前記戻り行程の各行程ごとに、前記円弧の径方向と、前記タービン動翼の軸方向との位置を調節して前記切削工具に切込みを与え、前記円弧根溝の切削仕上げを行うことを特徴とするタービン動翼円弧根溝加工方法。

【請求項2】 前記粗加工後の前記円弧根溝の被切削仕上げ表面を4区画に分割し、前記4区画の1区画ずつを前記切削工具の前記往き行程及び前記戻り行程の各行程ごとに切削し、前記切削工具を前記円弧の軌道上を2度往復動させる請求項1記載のタービン動翼円弧根溝加工方法。

【請求項3】 タービンディスクの外周溝にタービン動翼の根元部を組み合わせるために、前記タービン動翼の根元部に設ける円弧根溝を切削加工するタービン動翼円弧根溝加工方法において、粗加工後の前記円弧根溝の被切削仕上げ表面を往き行程で切削する切刃と戻り行程で切削する切刃とを互に対角に備えた切削工具(A)及び切削工具(B)を準備し、前記切削工具(A)及び前記切削工具(B)共に前記円弧根溝における円弧の軌道上を往復動させることができ、かつ前記円弧の径方向、及び前記タービン動翼の軸方向に位置調節が可能な装置の刃物台に順次取付けられるようにし、前記往き行程及び前記戻り行程ごとに、前記切削工具(A)では前記円弧の径方向、前記切削工具(B)では前記タービン動翼の軸方向の位置を調節して切込みを与えることにより、前記粗加工後の前記円弧根溝の切削仕上げを行うことを特徴とするタービン動翼円弧根溝加工方法。

【請求項4】 前記粗加工後の前記円弧根溝の被切削仕上げ表面を4区画に分割し、前記4区画の1区画ずつを前記切削工具(A)及び前記切削工具(B)の前記往き行程及び前記戻り行程の各行程ごとに切削し、前記切削工具(A)及び前記切削工具(B)を、前記円弧の軌道上をそれぞれ1度ずつ往復動させる請求項3記載のタービン動翼円弧根溝加工方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、タービンディスクの外周溝にタービン動翼の根元部を組み合わせるために設けるタービン動翼の根元部の円弧根溝を切削仕上げするタービン動翼円弧根溝加工方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来のタービン動翼円弧根溝加工方法を、図5及び図6を用いて説明する。

【0003】図5は、タービンディスクの外周溝とタービン動翼の円弧根溝との組合せについての説明図であり、図5のうち、図5の(a)はタービンロータの斜視図、図5の(b)は図5の(a)のA部拡大図、図5の(c)は図5の(b)のB-B断面図である。

【0004】また、図6は従来のタービン動翼円弧根溝加工装置及び加工工具の説明図であり、図6の(a)及び(b)は平面図及び側面図、図6の(c)は図6の(b)の要部の拡大図、図6の(d)は図6の(c)の矢視図である。

【0005】図5に示すように、タービン動翼1は、ロータシャフト40に固着させてあるロータディスク41のディスク外周溝42とタービン動翼1の根元部に設けてある円弧根溝43とを組み合わせることにより、ロータシャフト40と一体化させている。

【0006】ロータシャフト40の回転中、タービン動翼1には遠心力が加わるが、この場合、遠心力は全てディスク外周溝42と円弧根溝43とが接触する面、すなわちディスク外周溝と円弧根溝との接触面44で受け、ディスク外周溝と円弧根溝との接触面44には、タービン動翼1の1本当たりで数10トンにも及ぶ力が長期間加わることになる。

【0007】このため、ロータシャフト40及びタービン動翼1の各材質、並びに円弧根溝43の精度などについて、厳しい品質管理が行われている。

【0008】特に、ディスク外周溝と円弧根溝との接触面44に発生する応力の分布を均等化するため、ディスク外周溝と円弧根溝との接触面44における隣接の接触面との間の寸法すなわちピッチ、及び円弧根溝43の円弧は、それぞれミクロンオーダの精度で加工する必要がある。

【0009】従来では、図6に示すように、綫形エンドミル45に対して、往復動中心の回りを往復動するアーム48の先端部に設けた円弧送りテーブル47に取付けたタービン動翼1を円弧送りするか、または、タービン動翼1に対して、綫形エンドミル45を取付けた主軸ヘッド46を円弧送りするかによって、円弧根溝43が切削されている。

【0010】なお、図6の(c)には綫形エンドミル45の形状を示しており、49は切刃の最小径を、50は切刃の最大径を、それぞれ表している。また、図6の(d)には綫形エンドミル45を他方向から見た切刃の形状を示している。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかし、このような方法により、タービン動翼の円弧根溝を切削する場合に、次のような問題点があった。すなわち、

(1) 綫形エンドミルの切刃の最大径と最小径との比が

約4で、この比が大きい値となるため、切刃全部について共通する適切な切削条件を得ることに無理があり、切削条件を低切削諸元側での最適切削条件に合わせて切削加工せざるを得ないため、加工能率が低下する。

【0012】(2) 総形エンドミル加工は、往き切削行程だけの1パス加工であるため、切削抵抗が過大となり、切削振動が発生しやすい。また、加工精度を維持するために、微小切削送りとする場合には、加工能率が著しく低下する。

【0013】本発明は、上記の実情に鑑みなされるものであり、タービン動翼における粗加工後の円弧根溝を、高加工精度、かつ高い加工能率で切削仕上げする方法を得ることを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記目的は、次のようにして達成することができる。

【0015】(1) タービンディスクの外周溝にタービン動翼の根元部を組み合わせるために、タービン動翼の根元部に設ける円弧根溝を切削加工するタービン動翼円弧根溝加工方法において、粗加工後の円弧根溝の被切削仕上げ表面を往き行程で切削する切刃と戻り行程で切削する切刃とを互いに対角に備えた切削工具を、円弧根溝における円弧の軌道上を往復動させることができ、かつ円弧の径方向、及びタービン動翼の軸方向に位置調節が可能な装置の刃物台に取付け、往き行程及び戻り行程の各行程ごとに、円弧の径方向と、タービン動翼の軸方向との位置を調節して切削工具に切込みを与え、円弧根溝の切削仕上げを行うこと。

【0016】(2) (1)において、粗加工後の前記円弧根溝の被切削仕上げ表面を4区画に分割し、4区画の1区画ずつを切削工具の往き行程及び戻り行程の各行程ごとに切削し、切削工具を前記円弧の軌道上を2度往復動させること。

【0017】(3) タービンディスクの外周溝にタービン動翼の根元部を組み合わせるために、タービン動翼の根元部に設ける円弧根溝を切削加工するタービン動翼円弧根溝加工方法において、粗加工後の円弧根溝の被切削仕上げ表面を往き行程で切削する切刃と戻り行程で切削する切刃とを互いに対角に備えた切削工具(A)及び切削工具(B)を準備し、切削工具(A)及び切削工具(B)共に円弧根溝における円弧の軌道上を往復動させることができ、かつ円弧の径方向、及びタービン動翼の軸方向に位置調節が可能な装置の刃物台に順次取付けられるようにし、往き行程及び戻り行程ごとに、切削工具(A)では円弧の径方向、切削工具(B)ではタービン動翼の軸方向の位置を調節して切込みを与えることにより、粗加工後の円弧根溝の切削仕上げを行うこと。

【0018】(4) (3)において、粗加工後の前記円弧根溝の被切削仕上げ表面を4区画に分割し、4区画の1区画ずつを切削工具(A)及び切削工具(B)の往き行程

及び戻り行程の各行程ごとに切削し、切削工具(A)及び切削工具(B)を、円弧の軌道上をそれぞれ1度ずつ往復動させること。

【0019】

【作用】本発明では、粗加工後の円弧根溝の被切削仕上げ表面を4区画に分割し、各区画とも切削仕上げ時に、円弧根溝の円弧の径方向、及びタービン動翼の軸方向の位置を調節し、円弧の径方向とタービン動翼の軸方向との合成方向の切込みを与え、往き行程及び戻り行程の各行程ごとにおいて1区画ずつを切削し、切削工具を2度往復動することにより、粗加工後の円弧根溝の切削仕上げを行う。

【0020】このように、粗加工後の円弧根溝の被切削仕上げ表面を、それぞれ異なる上記の合成4方向の切込みを順次に与えて、小さい切削抵抗の下で円弧根溝の切削仕上げを行うので、切削振動が発生せず、高加工精度を維持でき、かつ切削仕上げ能率が向上する。

【0021】また、2種類の切削工具を用い、粗加工後の円弧根溝の4区画に分割した被切削仕上げ表面を、一方の切削工具では円弧根溝の円弧の径方向のみの切込みを与えて、往き行程及び戻り行程の各行程において1区画ずつを切削し、次いで他方の切削工具によりタービン動翼の軸方向のみの切込みを与えて、往き行程及び戻り行程の各行程において1区画ずつを切削して仕上げを行う。

【0022】この場合は、切削仕上げの途中で、切削工具を交換する必要があるが、上記の場合とは異なり、切込み方向が合成方向をとらないので、切刃の形成が容易となる利点を有する。

【0023】

【実施例】以下、本発明の実施例を図1～図4を用いて説明する。図1は本発明の一実施例の切削仕上げ方法の説明図であり、図1の(a)は切削仕上げ装置の平面図、図1の(b)は図1の(a)の矢視図、図1の(c)は本発明の一実施例の切削工具の縦断面図、図1の(d)は図1の(c)のC-C断面図である。

【0024】また、図2は本発明の一実施例における切削事例の説明図であり、図2の(a)は切削工具稼働時の縦断面図、図2の(b)は切削開始時における切削工具基準位置設定の説明図、図2の(c)及び(d)は切削工具の往き工程における切削開始直前及び切削終了直後の説明図、図2の(e)及び(f)は切削工具の戻り工程における切削開始直前及び切削終了直後の説明図である。

【0025】図1の(a)及び(b)において、切削工具3は、スイングアーム5の先端部に設置されている刃物台4に取り付けられ、タービン動翼1の根元部における粗加工後の円弧根溝2内を、切削工具3がこれから切削仕上げしようとする円弧根溝43(図5参照)の円弧にできるだけ近づけた円弧の軌道で往復動できるように、刃物台4に固定されている。

【0026】すなわち、切削工具3が往復動する行程の各始点において、スイングアーム5に対して刃物台4を移動させ、切削工具3に所定の切込みを与えられるようにしている。

【0027】図1の(c)及び(d)に、切削工具3を示している。切削工具3には、それらの図に示すように2個の切刃が互いに対角に取付けられている。説明の便宜上、図1の(c)の切削工具3の軸中心線を境として、それより上部に位置する切刃を上部切刃、下部に位置する切刃を下部切刃と呼ぶことにする。すなわち、図1の(c)において、7は上部切刃、8は下部切刃を示しており、切削工具3は総形バイトとも称されるものである。

【0028】図2の(a)には、粗加工後の円弧根溝2の切削仕上げ状況を示している。本実施例では、切削箇所を4区域に分割し、切削工具3を2度往復動させて切削仕上げを行うので、切削行程が往き行程及び戻り行程とも2回ずつとなるが、いずれの行程においても、それぞれ切込み方向を異にする切込みを与えている。

【0029】それらの切込み方向は、円弧根溝43の円弧の径方向、及びタービン動翼1の軸方向の合成方向であり、合成方向は、図2の(a)における左上方向9、左下方向10、右上方向11及び右下方向12の4方向である。例えば、被切削部13は、切込み方向が左上方向9であるときの上部切刃7による被切削箇所である。なお、切込み方向の選定順序は、特に限定するものでなく、与えられた切削工具3及び切削条件への対応が最適であるように切込み方向の順序を選定している。図2の(b)～(f)には、切削工具3が往復動するときの、往き行程及び戻り行程の各行程における、切削工具3による切削仕上げ状況を示している。

【0030】すなわち、図2の(b)には、切削開始時において、切削工具3を、粗加工後の円弧根溝2内に挿入し、切削工具3の中央点を工具設定基準位置18に位置合わせしたときの状況を示している。挿入間隙量15は、粗加工後根溝幅17と切削工具3の最大径との間の半径差であり、切削工具3を粗加工後の動翼根溝2内に挿入しやすくするために設けられているものである。したがって、切削工具3に切込みを与える場合、切込み量19は、挿入間隙量15に仕上げ代16を加算した値となる。

【0031】図2の(c)の20は往き行程開始直前、図2の(d)の21は往き行程終了直後、図2の(e)の22は戻り行程開始直前、及び図2の(f)の23は戻り行程終了直後における粗加工後の円弧根溝2に対する切削工具3の中央点の位置を、それぞれ示している。

【0032】すなわち、1度目の切削工程では、往き行程及び戻り行程の各行程において、図2の(a)における左上方向9、左下方向10、右上方向11及び右下方向12の4方向のうちの、いずれか1つを重複することがないように選択し、2度目の切削工程では、往き行程及

び戻り行程の各行程において、残りの切込み方向のうちの1つを重複することがないように選択する。このようにして、4区画の被切削仕上げ表面のうちの1区画ずつを、順次切削仕上げしている。

【0033】本実施例の場合、被切削仕上げ表面を4区画に分割するため、往き行程及び戻り行程の各行程における切削量は少なく、切削振動が著しく小さくなるので、高加工精度が得られる。また、加工速度を高めることができるので、加工能率を向上させることができる。

【0034】次に、本発明の他の実施例を、図3及び図4を用いて説明する。

【0035】図3は軸方向切削の説明図であり、図3の(a)は切削工具稼働時の縦断面図、図3の(b)は図3の(a)のE-E断面図である。また、図4は径方向切削の説明図であり、図4の(a)は切削工具稼働時の縦断面図、図4の(b)は図4の(a)のP矢視図である。

【0036】本実施例が、前述の実施例と比較して異なる点は、前述の実施例では、切削工具が1個であり、切刃の切込み方向が、円弧根溝43の円弧の径方向とタービン動翼1の軸方向との合成方向であったのに対し、本実施例では、切刃を異にする2個の切削工具を用い、切刃の切込み方向が、2個の切削工具のうちの1個が円弧根溝43の円弧の径方向、他の1個がタービン動翼1の軸方向となるように、切削工具により分けていることである。

【0037】図3の(a)には、切刃の切込み方向がタービン動翼1の軸方向であるときの、粗加工後の円弧根溝2を切削仕上げしている状況を、図3の(b)には、そのときに用いる軸方向切削工具24の切刃の形状を、それぞれ示している。また、切刃の切込み方向がタービン動翼1の軸方向の場合、切込み方向には図3の(a)に示す上方向25と下方向26との2方向があるが、このうち図3の(a)は上方向25の場合を示している。

【0038】すなわち、図3の(a)の軸方向切削工具24における軸中心線から上部に位置する切刃を上部切刃27、下部に位置する切刃を下部切刃28とした場合、図3の(a)は、上方向25に切込みを与え、上部切刃27を用いて被切削部29を切削仕上げしている場合である。この切削仕上げ終了後、下方向26へ切込みを与え、切刃28を用いて反対側を加工している。

【0039】次いで、軸方向切削工具を用いて、残りの被切削仕上げ表面を仕上げるが、それについて説明する。

【0040】図4の(a)には、切刃の切込み方向が円弧根溝43の円弧の径方向であるときの、粗加工後の円弧根溝2を切削仕上げしている状況を、図4の(b)には、そのときに用いる径方向切削工具30の切刃の形状を、それぞれ示している。

【0041】このときは、径方向切削工具30を用い、切込み方向は、図4の(a)の左方向31と右方向32の

7

2方向となる。すなわち、まず左方向31に切込みを与え、切刃部33、34及び35により、被切削部36を切削仕上げし、次いで右方向32に切込みを与えて、切刃部37、38などにより、被切削部39を切削仕上げしている。

【0042】この方法は、切削仕上げの途中で軸方向切削工具24を径方向切削工具30と交換する必要があるが、これらの切削工具の切込み方向が前述の実施例のような合成方向とならないために、切削工具の切刃の形成が容易であり、切削工具を安価に製作できる利点を有している。

【0043】

【発明の効果】本方法によれば、タービンプレード動翼円弧根溝を切削仕上げする場合、切削切刃全般について最適切削諸元で切削仕上げを行うことができ、加工率が向上する。また、切込み量を自由に設定できるため、仕上げ代が大きい場合でも最適切込みで切削することが可能であり、高加工精度が得られ、円弧根溝の切削仕上げに対する信頼性が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の切削仕上げ方法の説明図である。

【図2】同じく切削事例の説明図である。

【図3】本発明の他の実施例における軸方向切削の説明図である。

【図4】同じく径方向切削の説明図である。

8

【図5】ディスク外周溝と動翼の円弧根溝との組合わせ部の説明図である。

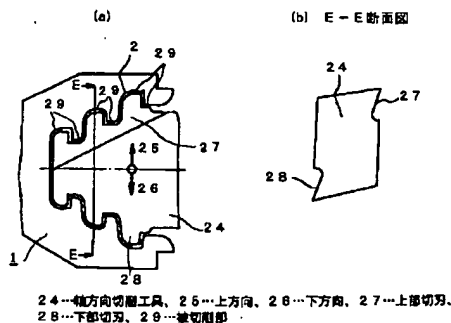
【図6】従来のタービン動翼円弧根溝加工装置及び加工具の説明図である。

【符号の説明】

1…タービン動翼、2…粗加工後の円弧根溝、3…切削工具、4…刃物台、5…スイングアーム、6…クランク機構、7…上部切刃、8…下部切刃、9…左上方向、10…左下方向、11…右上方向、12…右下方向、13…被切削部、14…工具最大幅、15…挿入間隙量、16…仕上げ代、17…粗加工後根溝幅、18…工具設定基準位置、19…切込み量、20…行き行程の開始直前の工具位置、21…行き行程の終了直後の工具位置、22…戻り行程の開始直前の工具位置、23…戻り行き行程の終了直後の工具位置、24…軸方向切削工具、25…上方向、26…下方向、27…上部切刃、28…下部切刃、29…被切削部、30…径方向切削工具、31…左方向、32…右方向、33、34、35…左方向切込み時の切刃、36…被切削部、37、38…右方向切込み時の切刃、39…被切削部、40…ロータシャフト、41…ロータディスク、42…ディスク外周溝、43…円弧根溝、44…ディスク外周溝と円弧根溝との接触面、45…総形エンドミル、46…主軸ヘッド、47…円弧送りテーブル、48…アーム、49…切刃の最小径、50…切刃の最大径。

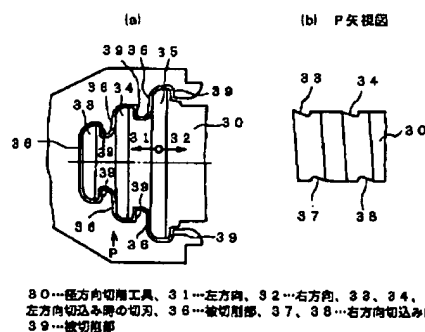
【図3】

図 3

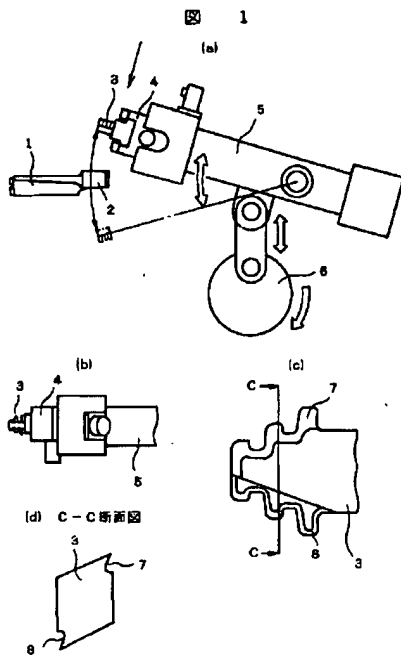


【図4】

図 4

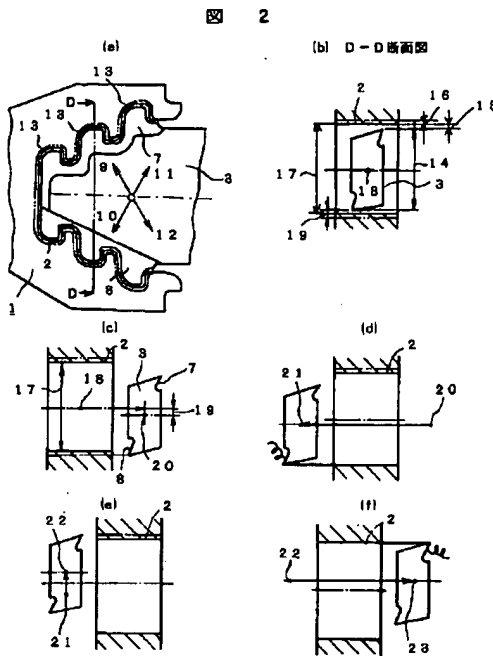


【図1】



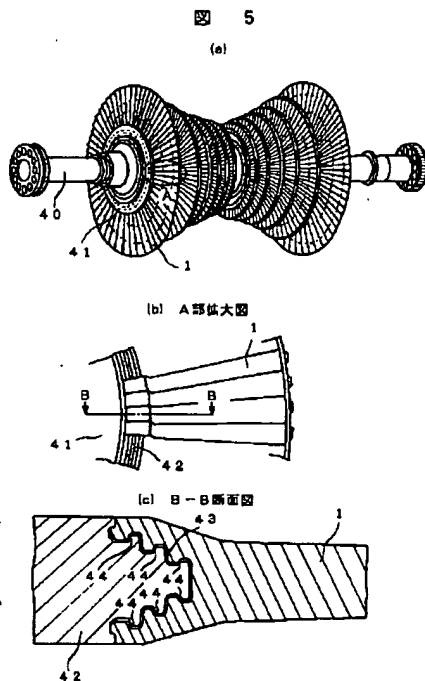
1…タービン動翼、2…加工後の円弧状溝、3…切削工具、
4…刃動台、5…スイングアーム、6…クランク機構、
7…上部刃物、8…下部刃物

【図2】



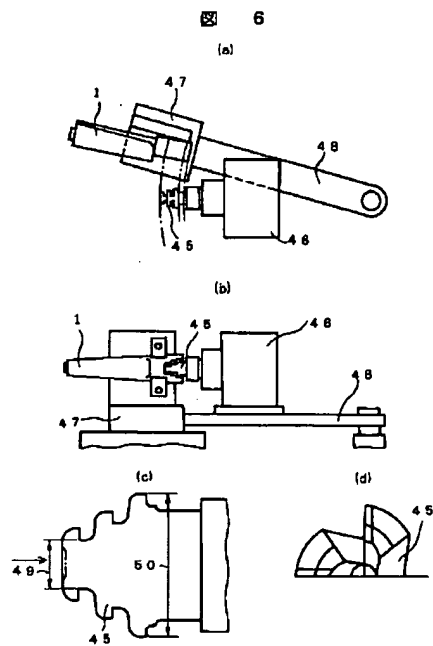
9…左上方向、10…左下方向、11…右上方向、12…右下方向、
13…被切面、14…工具最大径、15…挿入間隙、16…仕上げ代、
17…粗加工後径、18…工具設定基準位置、19…切込み量、
20…往き行程の開始直前の工具位置、21…往き行程の終了直後の工具位置、
22…戻り行程の開始直前の工具位置、23…戻り行程の終了直後の工具位置

【図5】



40…ローシャフト、41…ローディスク、42…ディスク外周端、
43…円弧状溝、44…ディスク外周端と円弧状溝との接触面

【図6】



45…端部エンドミル、46…定輪ヘッド、47…円弧送りテーブル、
48…アーム、49…切刃の最小径、50…切刃の最大径